

(19) KOREAN INTELLECTUAL PROPERTY OFFICE

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11) Publication

number:

1020020019674 A

(43) Date of publication of application:

13.03.2002

(21) Application number: 1020000052660

(71) Applicant:

SAMSUNG ELECTRONICS
CO., LTD.

(22) Date of filing: 06.09.2000

(72) Inventor:

SIM, JAE SEONG

(51) Int. Cl

G11B 20/10

(54) METHOD OF MODULATING AND DEMODULATING RLL CODE HAVING IMPROVED DC SUPPRESSING CAPABILITY

(57) Abstract:

PURPOSE: A method of modulating and demodulating an RLL(Run Length Limited) code having improved DC suppressing capability is provided to effectively suppress a DC component of a codeword stream by using characteristics of a codeword of a conversion code group for data modulation.

CONSTITUTION: An input data is modulated using a DC suppression control code group separately from a conversion code group for data modulation. The DC suppression control code group mitigates a condition of generating redundant codeword or condition of available codeword with respect to the conversion code group for data modulation while using codeword characteristics of the conversion code group, that is a parameter indicating a DC value in a codeword and a parameter estimating DSV transition direction of the next codeword, so as to increase the number of codewords of the DC suppression control code group, thereby improving possibility of DC suppression control.

1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8
1	2	3	4	5	6	7	8

COPYRIGHT KIPO 2002

Legal Status

Date of final disposal of an application (00000000)

Date of registration (00000000)

Date of opposition against the grant of a patent (00000000)

BEST AVAILABLE COPY

특 2002-0019674

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl. 7
611B 20/10

(11) 공개번호 특 2002-0019674
(43) 공개일자 2002.03.13일

(21) 출원번호	10-2000-0052660
(22) 출원일자	2000년09월06일
(71) 출원인	삼성전자 주식회사 윤종용 경기 수원시 팔달구 매탄3동 416
(72) 발명자	심재성
(74) 대리인	서울특별시 강남구 테헤란로 123-24호 이영필, 최홍수, 이혜영

설사경구 : 없음**(54) 개선된 DC 역압 능력을 갖는 RLL 코드 변조조 방법****요약**

본 발명에는 개선된 DC 역압 능력을 갖는 RLL 코드의 변조 방법 및 복조 방법이 개시되어 있다. 본 발명은 데이터 변조용 변환 코드 그룹과는 별도의 DC 역압 제어용 코드 그룹을 이용하여 입력 데이터를 변조하되, DC 역압 제어용 코드 그룹은 변환 코드 그룹의 코드워드 특성 즉, 코드워드 내의 DC값을 나타내는 파라미터인 CSV의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 사이 방향을 예측하는 파라미터인 INV의 특징을 최대로 이용하면서도 데이터 변조용 변환 코드 그룹과는 중복 코드워드 생성 조건이나 사용가능한 코드워드의 조건을 완화하여 그 코드워드의 수를 증가시켜 DC 역압 제어를 할 수 있는 가능성을 한층 높일 수 있다.

목적**도 8****형세서****도면의 간접적 설명**

도 1은 종래의 변조 코드 그룹 형태의 예를 보인 도면이다.

도 2는 종래의 코드 그룹과 그에 속해 있는 코드워드들의 특징을 보인 테이블이다.

도 3a 및 도 3b는 본 발명에 적용되는 RLL 코드를 위한 코드 그룹 생성 방법의 흐름도이다.

도 4는 도 3a 및 도 3b에 도시된 생성 방법에 의해 생성된 주변환 코드 그룹 MCG1, MCG2와 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1, DCG2를 보인 테이블이다.

도 5는 주변환 코드 그룹 MCG2와 쌍을 이루 DC 역압 제어를 수행하는 제1 DSV 코드 그룹을 보인 테이블이다.

도 6은 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1과 쌍을 이루 DC 역압 제어를 수행하는 제2 DSV 코드 그룹을 보인 테이블이다.

도 7은 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2와 쌍을 이루 DC 역압 제어를 수행하는 제3 DSV 코드 그룹을 보인 테이블이다.

도 8은 도 3a 및 도 3b에 도시된 생성 방법에 의해 생성된 본 발명에서 사용되는 코드 그룹들과 그에 속해 있는 코드워드들의 특징을 보인 테이블이다.

도 9는 본 발명에서 제안하는 코드 그룹의 코드워드들을 사용할 경우 DC 역압 개선 효과를 보인 도면이다.

도 10a와 도 10b는 본 발명에 의한 변조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

도 11은 도 10b에 도시된 ncgdet(mic[n-1])의 정의를 보인 테이블이다.

도 12는 도 10b에 도시된 ncgdet'(mic[n-1])의 정의를 보인 테이블이다.

도 13은 도 10b에 도시된 ncgdet''(mic[n-1])의 정의를 보인 테이블이다.

도 14a와 도 14b는 본 발명에 의한 복조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도이다.

설명의 상세한 설명

설명의 목적

설명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 주제기술

본 발명은 디비트의 정보 워드를 변조 신호로 변환하고 다시 복원하는 분야에 관한 것으로, 특히 고밀도 기록/재생을 요구하는 광 기록/재생 장치에서 사용하기 위한 RLL(Run Length Limited) 코드에서 코드워드 스트림의 DC 성분을 효과적으로 억압하는 변조방법에 관한 것이다.

(d, k, m, n) 으로 표현되는 RLL 코드에서 코드의 성능을 표현하는 요인 중에서 크게 기록 밀도의 측면과 코드의 DC 성분을 억압하는 능력을 보고 그 코드의 우수함을 평가된다. 여기서 d 은 데이터 비트수(일정 소스 비트수, 정보 워드 비트수라고도 함), n 은 변조후의 코드워드 비트수(일정 채널 비트수라고도 함), m 은 코드워드내에서 1과 1사이에 존재할 수 있는 연속되는 0의 최소수, k 는 코드워드내에서 1과 1사이에 존재할 수 있는 연속되는 0의 최대수이고, T 는 코드워드내 비트 간격이다.

변조 방법에서 기록 밀도를 향상시킬 수 있는 방법은 d 와 n 은 동일한 조건에서 코드워드의 비트수 n 을 줄이는 것이다. 그러나 RLL 코드는 코드워드내에서 1과 1사이에 존재할 수 있는 연속되는 0의 최소수인 d 조건과 연속되는 0의 최대수인 k 조건을 만족해야 한다. 이 (d, k) 조건을 만족하면서 데이터 비트수가 m 미라 할 때 RLL(d, k)를 만족하는 코드워드의 수는 2^m 이상이면 된다. 그러나 실제 이러한 코드를 사용하기 위해서는 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서도 RLL(d, k) 조건을 만족해야 하며, 광디스크 기록/재생 장치와 같이 코드의 DC 성분이 시스템 성능에 영향을 주는 경우에는 사용하고자 하는 코드가 DC 억압 능력을 가져야 한다.

이러한 RLL 변조된 코드스트림에서 DC를 억압하는 가장 중요한 이유는 재생 신호가 서보 대역에 주는 영향을 최소화하기 위해서이다. DC를 억압하는 방법을 이하 DSV(Digital Sum Value) 제어 방식이라 부르기로 한다.

DSV 제어 방식은 크게 두 가지가 있다. 하나는 코드 자체에 DSV를 제어할 수 있는 DSV 제어 코드를 갖고 있는 방식이고, 다른 하나는 DSV 제어 시점마다 머지(merge) 비트를 삽입하는 방식이다. EFM(Eight to Fourteen Modulation plus) 코드는 별도의 코드표를 사용해서 DSV 제어를 행하는 코드이고, EFM 코드나 (1,7) 코드는 머지 비트를 삽입하여 DSV 제어를 행하는 코드이다.

따라서, 상술한 조건을 만족하면서 코드 자체에 DC 억압 제어할 수 있는 DSV 제어 코드를 갖고 있는 종래의 변조용 코드 그룹의 형태는 도 1에 도시된 바와 같이 소정수의 주변환 코드 그룹들과 각각의 주변환 코드 그룹과 쌍을 이루는 DC 억압 제어를 할 수 있도록 하는 DC 억압 제어용 코드 그룹들을 두는 형태로 구성되었다. 이 경우 소정수의 주변환 코드 그룹내 코드워드들을 구분짓는 몇가지 특징이 있는 데 주변환 코드 그룹 A와 B내의 코드워드들은 동일한 코드워드가 존재하지 않고 만일 중복 코드를 사용했다면 중복 코드의 복조용 변환 코드 그룹 C와 M 같은 코드 그룹이 존재한다. 이때, 중복 코드의 복조용 변환 코드 그룹 C와 M에는 동일한 코드워드가 존재하지 않지만 주변환 코드 그룹 A 또는 B내의 코드워드들은 중복 코드의 복조용 변환 코드 그룹 C 또는 M에 존재할 수 있다. 이를 주변환 코드 그룹 A, B와 중복코드의 복조용 변환 코드 그룹 C, M의 코드워드의 수는 만일 변환전 소스워드의 비트수가 m 비트라고 하면 2^m 개가 존재한다.

코드 그룹 E H를 각각 코드 그룹 A M와 함께 DC 억압용으로 사용되는 DC 억압 제어용 코드 그룹이라고 하면 코드 그룹 E H내의 코드워드 특징은 그의 각각의 코드 그룹생성 코드 그룹 A DL내의 코드워드들과 동일하다. 즉, 중복 코드워드를 생성할 수 있는 조건이나 코드워드의 리드(lead) 제로수에 대한 조건이 DC 억압 제어용 코드 그룹 E H와, 코드 그룹 E H와 함께 DC 제어를 할 수 있는 코드 그룹 A DL의 코드워드들의 생성 조건이 동일하다.

예를 들면, 현재 DVD(Digital Versatile Disc)에서 사용되고 있는 RLL(2,10)의 런 길이(n) 조건을 가지며 코드워드의 길이(n)가 16비트인 EFM+ 코드의 특징은 도 2에 도시된 바와 같다. 주변환 코드 그룹 MCG1(도 1에서는 'A')과 MCG2(도 1에서는 'B')가 있고, 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC61(도 1에서는 'C')과 DC62(도 1에서는 'D')가 있으며, 각각의 변환 코드 그룹과 쌍을 이루는 DC 억압 제어를 할 수 있는 4개의 DSV 코드 그룹(도 1에서는 'E'~'H')이 존재한다. 이를 4개의 변환 코드 그룹과 DC 제어용 코드 그룹인 4개의 DSV 코드 그룹에는 동일한 코드워드들은 존재하지 않는다.

또한, 전체의 코드 그룹내의 중복 코드워드 생성 조건도 모두 동일하며 DC 제어를 할 수 있는 코드 그룹 MCG1과 제1 DSV 코드 그룹, MCG2와 제2 DSV 코드 그룹, DC61과 제3 DSV 코드 그룹 또는 DC62와 제4 DSV 코드 그룹내의 코드워드들의 특징도 동일하게 구성되어 있다.

즉, 코드워드의 LSB(Least Significant Bit)로부터 연속하는 0의 수(이하 '엔드 제로수'라고 함)가 2~5 사이의 코드워드들은 중복 코드워드를 생성하여 사용하였고, 이 규칙은 전 코드 그룹에 걸쳐 동일하다. 주변환 코드 그룹 MCG1과 함께 DC 억압 제어를 하는 DC 억압 제어용 제1 DSV 코드 그룹내의 코드워드들은

MSB(Most Significant Bit)로부터 연속하는 0의 수(이하 '리드 제로수'라고 함)가 2~9이며, 주변환 코드 그룹 MCG2와 그와 함께 DC 억압 제어를 하는 DC 억압 제어용 제2 DSV 코드 그룹내의 코드워드들은 MSB로부터 연속하는 0의 수가 0~1로 동일한 규칙을 따르고 있다. 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC61과

할 때 DC 억압 제어를 하는 DC 억압 제어를 제3 DSV 코드 그룹내의 코드워드들은 일부 비트(여기서는 b15(MSB)와 b3)가 모두 0b 이고, 나머지 코드 블록을 변조용 변환 코드 그룹 DCG1와 할 때 DC 억압 제어를 하는 DC 억압 제어용 제3 DSV 코드 그룹내의 코드워드들은 일부 비트(여기서는 b15(MSB) 또는 b3)가 1b 인 특징을 갖고 있다.

도 1 또는 도 2에 도시된 바와 같은 변조 코드 그룹을 사용하는 종래의 변조 방법에서는 코드워드가 충분히 존재할 때에는 문제가 없지만 DC 억압 제어용으로 사용할 코드워드가 충분하지 않을 때는 DC 억압 제어를 위한 코드 그룹내에 포함되는 코드워드의 수가 적어 충분한 DC 억압 제어를 하는 데 어려움이 발생하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 목표

상술한 문제점을 극복하기 위하여, 본 발명의 목적은 코드워드 스트림의 DC(Direct Current) 성분을 효과적으로 억압하는 고밀도 디스크 시스템에 적합한 RLL 코드의 변조 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 다른 목적은 코드워드내의 DC값을 나타내는 파라미터(CSV)의 부호와 다음 코드워드의 DSV 천이 방향을 예측하는 파라미터(INV)의 특징을 최대로 이용한 데이터 변조용 코드 그룹의 코드워드 특성을 통하여 가능하는 DC 억압 제어용 코드 그룹을 이용하여 보다 효과적으로 DC를 억압하는 변조 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 데이터 변조용 코드 그룹과 생성을 이루는 DC 억압 제어용 코드 그룹의 코드워드들은 충복 코드워드, 생성 조건이나 사용 가능한 코드워드의 조건을 원화하여 DC 억압 제어를 할 수 있는 가능성을 높이는 변조 방법을 제공하는 데 있다.

본 발명의 또 다른 목적은 코드워드 스트림의 DC 성분을 효과적으로 억압하는 RLL 코드의 복조 방법을 제공하는 데 있다.

상기한 목적들을 달성하기 위하여, 본 발명에 의한 변조 방법은 입력되는 데이터를 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드로 변조하는 방법에 있어서: 입력되는 m 비트의 데이터를 충복 코드워드를 가지며 각 코드 그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC(Direct Current)값을 나타내는 제1 파라미터(CSV: Codeword Sum Value)의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천이 방향을 예측하는 제2 파라미터(INV)의 특징이 서로 반대가 되도록 배치된 데이터 변조용 소정수의 제1 코드 그룹과 DC 억압 제어용 소정수의 제2 코드 그룹 중 DC 억압에 유리한 어느 한 코드 그룹의 코드워드를 선택해서 변조하는 단계를 포함하고, 제1 및 제2 코드 그룹의 충복 코드워드 생성 조건이 서로 다르게 설정되어 있는 것을 포함함을 특징으로 하고 있다.

본 발명에 의한 복조 방법은 입력 데이터가, 충복 코드워드를 가지며 각 코드 그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC(Direct Current)값을 나타내는 제1 파라미터(CSV: Codeword Sum Value)의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천이 방향을 예측하는 제2 파라미터(INV)의 특징이 서로 반대가 되도록 배치된 데이터 변조용 소정수의 제1 코드 그룹과 DC 억압 제어용 소정수의 제2 코드 그룹 중 어느 한 코드 그룹의 코드워드로 변조되어 있고, 제1 및 제2 코드 그룹의 충복 코드 생성 조건이 서로 다르게 설정되어 있는 RLL(Run Length Limited) 코드를 사용하는 광 기록/재생 장치에서 수신되는 코드워드 스트림을 원래의 데이터로 복조하는 복조 방법에 있어서: 코드워드 스트림을 입력해서, 이전 코드워드의 특징에 따라 복조하고자 하는 현재 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 제3 파라미터(NCG)를 생성하는 단계, 생성된 제3 파라미터(NCG)가 지시하는 코드 그룹에서 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하는지를 검사하는 단계 및 검사 결과가 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하지 않으면 생성된 제3 파라미터(NCG)에서 지시하는 코드 그룹에서 복조하고자 하는 코드워드에 대응하는 원래의 데이터로 복조하고, 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하면 다음 코드워드의 리드 제로수에 따라 동일 코드워드 중 첫 번째 코드워드 또는 두 번째 코드워드 중 하나를 선택해서 원래의 데이터로 복조하는 단계를 포함함을 특징으로 하고 있다.

발명의 구성 및 작동

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 의한 개선된 DC 억압 능력을 갖는 RLL 코드 변복조 방법의 바람직한 실시예를 설명하기로 한다.

본 발명에 적용되는 RLL 코드 그룹 생성 방법의 흐름도인 도 3a 및 도 3b에 있어서, 원하는 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n), 주변환 코드 그룹의 구분 파라미터(x), 코드워드의 충복 파라미터(y) 및 특정 비트들(bit(1), bit(j), bit(k))를 입력시킨다(도 3a의 S101 단계). 여기서, 원하는 최소 런 길이(d)를 1로 하고, 최대 런 길이(k)를 8로 하고, 데이터 비트 길이(m)를 8로 입력하고, 코드워드 비트 길이(n)를 12로 입력하고, 주변환 코드 그룹의 구분 파라미터(x)를 1로 입력하고, 코드워드의 충복 파라미터(y)를 3으로 입력한다.

S101 단계에서 입력된 조건에 맞는 코드를 0부터 $2^k - 1$ 까지 2^k 개(여기서는 2^8 개)의 코드워드를 발생시키고(S102 단계), 생성된 코드워드에 대해 런 길이(d,k) 조건을 만족하는지를 판단한다(S103 단계). 생성된 코드워드 중 사용 가능한 코드워드는 런 길이(d,k) 조건을 만족하는 코드워드만 사용가능하므로 이 조건에 맞지 않는 코드워드는 버린다(S104 단계). (d,k) 조건을 만족하는 코드워드는 그 코드워드의 특징을 추출하는 데, 필요한 특징을 추출하는 데 필요한 파라미터는 각각 코드워드내의 리드 제로수(LZ), 코드워드내의 엔드 제로수(EZ), 코드워드 합 값(CSV)이다(S105 단계).

본 발명의 이해를 돋기 위하여 코드워드의 특징을 추출하는 데 필요한 파라미터들의 정의를 설명한다.

(previous code) (current code)

000010001001000 001000001001000

LZ(p) EZ(p) LZ(c) EZ(c)

LZ(p)와 LZ(c)는 각각 이전 코드워드와 현재 코드워드내의 리드(lead) 제로수이고, EZ(p)와 EZ(c)는 각각 이전 코드워드와 현재 코드워드내의 엔드(end) 제로수이다. DSV는 코드워드 스트림에서 디지털 합(Digital Sum Value in codeword stream) 즉, 일련의 코드워드 스트림에서 1이 나올때마다 반전을 시킨 후 반전된 패턴에서 0은 '+1'로 계수하고, 1은 '-1'로 계수한 값이다. CSV는 코드워드내에서 디지털 합(Digital Sum Value in a codeword) 즉, 하나의 코드워드내에서 1이 나올때마다 반전을 시킨 후 반전된 패턴에서 0은 '+1'로 계수하고 1은 '-1'로 계수한 값이다. INV는 다음 코드워드의 첫이를 알 수 있는 파라미터로서, 코드워드내에서 '+1'의 수가 짝수개이면 INV의 파라미터의 값은 0(INV=0)이고, 코드워드내에서 '+1'의 수가 홀수개이면 INV의 파라미터의 값은 1(INV=1)이고, x는 주변된 코드 그룹을 구분하기 위한 파라미터('주변된 코드 그룹 구분 파라미터')이고, y는 코드워드를 충복시키기 위한 파라미터('코드워드 충복 파라미터')이고, bit(j), bit(k)는 코드워드내의 j, k번째 비트를 나타낸다. 여기서, 코드워드 스트림에서 누적된 INV의 값이 '0'이면 다음 코드워드의 CSV를 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV 값에 그대로 더하여 DSV값을 갱신하고, 누적된 INV값이 '1'이면 다음 코드워드의 CSV의 부호를 반전 시켜 그 코드워드 이전까지의 누적된 DSV값에 더하여 DSV값을 갱신한다.

아래의 스트림을 예로 하면 INV, CSV, DSV 파라미터는 아래와 같이 주어진다.

코드워드 : 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0

INV	:	1	0
-----	---	---	---

CSV	:	+1	-3
-----	---	----	----

코드스트림 : 0 0 0 0 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1 1 1 0 0 0 1 1 1 0 0 0 1 1 1 1

DSV : -1-2-3-4-3-2-1 0-1-2-3-2-1 0+1 +2+3+2+1 0+1+2+3+2+1 0+1+2+3+4

사용 가능한 코드의 수를 늘이기 위해 일부 코드는 충복시키고, 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서의 (d,k) 조건을 만족시키기 위해 파라미터 EZ 값을 검사한다(S106 단계). 이 EZ 값에 따라 다음과 같은 동작을 한다.

코드워드내의 엔드 제로수(EZ)가 0 \leq EZ $<$ d이면, 파라미터 NCG(Next Code Group)는 MCG2(Main Code Group II)로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S107 단계).

코드워드의 EZ값이 d \leq EZ \leq y이면, 코드워드가 충복되는지를 판단해서(S108 단계), 코드워드가 충복된 코드워드 중 원래의 코드워드이면 NCG는 DCG1(Decision Code Group I)으로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정하고, 충복된 코드워드 중 복제된 코드워드이면 NCG는 DCG2(Decision Code Group II)로부터 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S109 단계).

S106 단계에서 검사된 코드워드의 EZ값이 y $<$ EZ \leq k이거나 S108 단계에서 EZ값이 d \leq EZ \leq y이면서 충복되지 않은 코드워드이면, 그 코드워드는 NCG가 MCG1(Main Code Group I)에서 다음 코드워드가 올 수 있도록 지정한다(S110 단계).

이러한 과정으로 (d,k) 조건을 만족하는 코드워드의 NCG를 결정하며, 이 NCG에 따라 그 코드워드 다음에 볼 수 있는 코드워드의 코드 그룹이 결정되며, 코드워드와 코드워드가 연결되는 부분에서도 (d,k) 조건을 만족시킨다. 여기서, EZ값이 d \leq EZ \leq y를 만족하는 코드워드를 충복시키는 이유는 EZ값이 0, 1, ..., d-1인 코드워드에 대해서는 DSV 코드 그룹들을 이용하여 코드워드 스트림의 DSV 제어를 실시하여 전체 DC 성분을 억압하기 위해서이다.

따라서, 각 코드 그룹에 존재하는 코드워드를 다음에 오는 코드워드들의 코드 그룹을 지시하는 NCG는 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 검사하여 EZ \leq d-1 일때는 NCG가 MCG2를 지시하도록 하고, d \leq EZ \leq y이고, 충복된 경우에는 NCG가 DCG1 또는 DCG2를 지시하도록 하고, y $<$ EZ \leq k이거나 d \leq EZ \leq y이고 코드워드가 충복되지 않은 경우에는 NCG가 MCG1을 지시하도록 하여 최대 런 길이 k를 위반하지 않는 경우에 코드의 선택폭을 넓힐 수 있도록 하여 코드의 DC 억압 능력을 향상시킨다.

코드 그룹별로 코드워드를 루는 방법과 각각의 코드 그룹의 특징에 대해 설명한다. 코드 그룹별로 코드워드를 루기 위해서는 코드워드내의 리드 제로수(LZ)를 이용하는 데 S111 단계에서는 코드워드내의 LZ값을 검사한다.

코드워드내의 LZ값이 x보다 작거나 같은 경우는 그 코드워드는 MCG1에 저장된다(도 3b의 S112 단계). LZ값이 x보다 큼 코드워드는 MCG2에 저장하는 데 그 코드워드의 순서는 MCG1에 들어 있는 동일한 농호값을 갖는 코드워드와 비교하여 MCG1의 같은 위치의 코드워드와 가능한 한 파라미터 INV의 특징과 CSV의 부호가 반대인 것으로 배치된다(S113 단계). 만일 INV의 특징과 CSV의 부호가 모두 반대인 것이 없으면 CSV의 부호가 반대인 것으로 우선 순위를 두고 그 다음의 우선 순위는 INV의 특징이 반대인 것으로 배치된다. 이렇게 코드워드들을 배치하는 이유는 어느 한 코드워드의 NCG가 MCG1이나 MCG2에서 다음 코드워드를 불러내도록 지시하는 경우에 두 코드 그룹내의 동일한 농호값을 갖는 코드워드가 동시에 (d,k) 조건을 만족한다면 코드워드 스트림의 DC 억압이 유리하게 진행되는 코드워드로 선택할 수 있게 함과 동시에 두 코드 그룹내의 코드워드의 INV의 특징 및 CSV의 부호가 반대이므로 DC 제어가 두 코드워드 중 하나는 최적인 방향으로 진행될 수 있기 때문이다.

LZ 값이 $LZ \leftarrow k-y$ 인 경우는 비트(1), 비트(1), 비트(k)를 검사하여(S114 단계), 그 중 어느 한 비트라도 1이 존재하면 그 코드워드는 DCG1에 저장하고(S115 단계). S114 단계에서 검사된 비트들이 모두 0이면 DCG2에 저장한다(S116 단계). DCG1, DCG2내에서의 코드워드의 배치 순서는 가능한 MCG1, MCG2에서와 같은 위치에 배치시킨다. 이는 복호시 어려가 발생했을 때 예리 진파를 최소화하기 위한 배려이다. S114 단계 내지 S116 단계를 보다 구체적으로 설명하면, 최상위 비트(bit11)가 1 (10xb, LZ=0)이거나 상위 4비트(bit11~bit8)가 모두 0 (0000b, LZ = 4)인지를 판단해서 최상위 비트가 1이거나 상위 4비트가 모두가 0이면 그 코드워드는 DCG1에 저장하고, 그렇지 않으면 ((010xb, LZ = 1), (0010b, LZ = 2) or (0001b, LZ = 3)) DCG2에 저장한다.

LZ 값이 $LZ \leftarrow k-y$ 인 코드를 DCG에 배치시키는 이유는 EZ값이 $d \leftarrow EZ \leftarrow y$ 인 코드워드를 중복시켰기 때문이다. 중복된 코드를 복호할 때 해당 데이터를 올바르게 복호하기 위해서 다음 코드워드를 참조하는데, 다음 코드워드가 MCG1에서 온 코드워드라면 중복 코드워드 중 원래의 코드워드에 대한 복호 데이터로 복조하고, 다음 코드워드가 DCG2에서 온 코드워드라면 중복 코드워드 중 복제된 코드워드에 대한 복호 데이터로 복조한다.

여기서, 주변환 코드 그룹(MCG1, MCG2)이라 함은 중복되지 않은 코드워드의 다음에 오는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹으로 정의하며, 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹(DCG1, DCG2)이라 함은 중복된 코드워드의 다음에 오는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹으로 정의한다. 이러한 병합 코드 그룹을 데이터 복조용 코드 그룹이라고 지칭하고, 제1 내지 제3 DSV 코드 그룹을 DC 억압 제어용 코드 그룹이라고 지칭할 수 있다. 따라서, 황후에 이들의 코드 그룹을 사용 목적에 따라 다르게 명명할 수도 있겠으나 그 코드 그룹의 의미는 상술한 것에서 벗어나지 않는다면 동일하다고 보아도 무방할 것이다.

또한, $d \leftarrow EZ \leftarrow y$ 인 코드들이 DCG1이나 DCG2내의 코드워드들과 과 (d, k) 를 만족시키면서 연결되기 위해서는 이전 코드워드의 앤드 제로수 EZ(p)와 현재 코드워드의 리드 제로수 LZ(c)의 합 $EZ(p)+LZ(c)$ 이 $d \leftarrow EZ(p)+LZ(c) \leftarrow k$ 를 만족해야 하므로 DCG1이나 DCG2의 LZ(c)는 LZ $\leftarrow k-y$ 를 만족해야 한다.

예를 들어, '010101000010'인 코드워드가 도 4e에 도시된 바와 같이 MCG1내에 두 개 존재할 때, 즉, 중복 코드워드 중 원래의 코드워드 '010101000010'에 대한 복호값이 129, MCG가 DCG1이고, 중복 코드워드 중 복제된 코드워드 '010101000010'에 대한 복호값이 130, MCG가 DCG2이라 하면 코드워드 '010101000010'를 복호할 때 그 다음에 오는 코드워드가 DCG1에 속해 있는지 DCG2에 속해 있는지에 따라 129 또는 130로 복조된다.

도 3a 및 도 3b에서 상술한 방법에 의해 생성된 주변환 코드 그룹 MCG1, MCG2와 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1, DCG2의 코드 변환 테이블은 도 4a 내지 도 4e에 도시된 바와 같다.

다음은 DSV 코드 그룹들의 생성과 배치에 대해 설명한다. DSV 코드 그룹들은 본 발명에서 코드워드 스트림의 DC 성분을 억압하기 위한 방법으로 제시한 것이다.

$LZ = 1 \sim 8$ 인 코드워드들은 MCG2와 같은 위치의 코드이면서 반대의 CSV 부호, 반대의 INV 특징을 갖도록 제1 DSV 코드 그룹에 배치하고(S117 단계), $LZ = 0$ 또는 6 또는 7인 코드워드들은 DCG1과 같은 위치의 코드이면서 반대의 CSV의 부호, 반대의 INV 특징을 갖도록 제2 DSV 코드 그룹에 배치한다(S118 단계). 같은 방법으로 $LZ = 1 \sim 3$ 인 코드워드들은 DCG2와 같은 위치의 코드이면서 반대의 CSV 부호, 반대의 INV 특징을 갖도록 제3 DSV 코드 그룹에 배치한다(S119 단계).

따라서, DSV 코드 그룹의 선택 방법은 $d \leftarrow EZ(p)+LZ(c) \leftarrow k$ 를 만족하면서 EZ(p)가 0일 때는 LZ(c)가 1 ~ 8인 제1 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 선택하고, EZ(p)가 1 ~ 30이면서 중복된 코드워드 중 원래의 코드이면 다음 코드워드로 LZ(c)가 0 또는 6 또는 7인 코드워드들이 속해 있는 제2 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 선택하고, 같은 방법으로 EZ(p)가 1 ~ 30이면서 중복된 코드워드 중 복제된 코드워드이면 다음 코드워드로 LZ(c)가 1 ~ 3인 코드워드들이 속해 있는 제3 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 선택할 수 있다.

여기서, 주변환 코드 그룹 MCG2와 DC 억압 제어를 수행하는 제1 DSV 코드 그룹의 코드 변환 테이블은 도 5에 도시된 바와 같으며, $LZ = 1 \sim 8$ 인 102개의 코드워드들로 되어 있으며, EZ = 0 ~ 7인 코드워드들은 모두 중복되어 있다. 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2와 DC 억압 제어를 수행하는 제2 DSV 코드 그룹의 코드 변환 테이블은 도 6e에 도시된 바와 같으며, LZ = 0 또는 6 또는 7인 27개의 코드워드들로 되어 있으며, EZ = 0 ~ 7인 코드워드들은 모두 중복되어 있다. 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2와 DC 억압 제어를 수행하는 제3 DSV 코드 그룹의 코드 변환 테이블은 도 7e에 도시된 바와 같으며, LZ = 1 ~ 3인 4개의 코드워드들로 되어 있으며, EZ = 0 ~ 7인 코드워드들은 모두 중복되어 있다.

이렇게 생성된 코드워드에 대해 해당하는 코드 그룹에 저장하게 되고, 마지막 데이터인지를 판단해서(S120 단계), 마지막 데이터이면 종료하고, 그렇지 않으면 i(여기서, $i=0, 1, \dots, 2^t-1$)를 증가해서(도 3a의 S121 단계), 2^t개의 코드워드를 생성하는 S102 단계로 진행한다.

도 3a 및 도 3b에 도시된 코드 생성 방법에 생성된 본 발명에서 사용하는 변조 코드의 특징은 도 8에 도

시된 바와 같다. 두 개의 주변환 코드 그룹 MCG1과 MCG2에는 동일한 코드워드가 존재하지 않으며, 두 개의 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1과 DCG2에는 동일한 코드워드가 존재하지 않는다.

또한, DC 제어가 가능한 코드 그룹상(MCG1과 MCG2, MCG2와 제1 DSV 코드 그룹, DCG1과 제2 DSV 코드 그룹, DCG2와 제3 DSV 코드 그룹)내의 코드워드들은 INV 파라미터와 CSV를 반대로 배치된다. DC 역할 제어를 할 수 있는 가능성을 높이기 위해 DSV 코드 그룹을 내의 코드워드들은 중복 코드워드 생성 조건을 주변환 코드 그룹 MCG1, MCG2 또는 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1, DCG2라는 다르게 하고 있다. 즉, 주변환 코드 그룹 또는 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹의 중복 코드워드 생성 조건은 엔드 제로수가 1 내지 3인(단 MCG1에서 예외 조건 1000xxxxx10 또는 1001xxxxx10이 있음) 반면에 DSV 코드 그룹들의 중복 코드워드 생성 조건은 엔드 제로수가 0 내지 7로 하여 가능한 한 중복 코드워드를 많이 생성하여 코드워드를 블었고, 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1, DCG2와 DC 역할 제어를 할 수 있도록 DC 제어가 가능한 코드 그룹상(DCG1과 제2 DSV 코드 그룹, MCG2와 제3 DSV 코드 그룹)내의 코드워드들은 같은 특징(예: LZ의 제한 조건이 같아야 한다는 전제)을 가져야 한다는 종래의 코드 생성의 전제 조건도 없었다.

또한, 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹과의 DC 역할 제어를 할 수 있는 DC 역할 제어용 코드 그룹 생성을 위해 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드들을 LZ 조건을 위배하는 코드워드들을 제2 및 제3 DSV 코드 그룹에 배치시키고, 이때, 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드들의 LZ 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 50이하이고, 제2 및 제3 DSV 코드 그룹내의 코드워드들의 LZ 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 최대 런길이 조건인 1이하이다.

따라서, 본 발명에서 제안하는 변조 코드 그룹의 코드워드들을 사용하여 변조하게 되면, 도 9에 도시된 바와 같이 도 1 또는 도 2에 도시된 변조 코드 그룹의 코드워드들을 사용할 때보다 DC 역할 제어를 할 수 있는 가능성을 보다 높여 코드스트림의 DC 성분을 효과적으로 억압할 수 있음을 알 수 있다.

다음은 도 3a 및 도 3b에 도시된 방법에 의해 생성된 도 4 내지 도 7에 도시된 코드 변환 테이블을 이용하여 RLL 코드의 변복조 방법을 설명하기로 한다.

본 발명에 의한 변조 방법의 일 실시예에 따른 흐름도인 도 10a 및 도 10b에 있어서, 최초에 다음 코드 그룹을 나타내는 파라미터 NCG는 일 예로서 1로서, 변수 n은 0으로서 초기화하고(도 10a의 S201 단계), 변수 n을 1 증가시킨다(S202 단계), 동기 코드를 삽입할 것인지를 판단해서(S203 단계), 동기를 삽입하는 시점이면 DC 역할하기에 유리한 동기 패턴을 삽입하는 동기 삽입 루틴을 수행한 후(S204 단계), 변수 n을 1 증가시키는 S202 단계로 되돌아간다. 동기 다음에 오는 코드워드는 특정 코드워드 그룹에서 찾어야 한다는 규정이 필요하다. 따라서, 본 발명의 일 실시예에서는 동기 다음에 오는 코드워드를 지정하는 NCG는 2로 하고, 다음에 오는 데이터에 대한 코드워드는 MCG2에서 찾는다.

S203 단계에서 판단 결과가 동기를 삽입하는 시점이 아니면, 1바이트의 데이터 dt[이]를 읽어들이면서 레지스터와 같은 저장 수단에 일시 저장한다(S205 단계). 여기서, 변조할 시점은 n-1이고, 변조가 이미 끝난 시점은 n-2이고, 다음에 변조가 이루어질 시점은 n이라고 가정한다.

2바이트 이상(n >= 2) 데이터를 읽어 들였으면(S206 단계), 이전에 입력된 데이터의 변조된 코드워드가 갖는 NCG(Next Code Group: 다음에 읽을 수 있는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 지정하는 파라미터)인 NCG[n-2]를 검사한다(S207 단계). S207 단계에서 검사 결과가 NCG[n-2]가 10면, 현재 변조하고자 하는 데이터 dt[n-1]에 해당하는 코드워드를 MCG2에서 찾으어서, 찾았으면 코드워드를 cod2(dt[n-1])로 나타내고, 변조가 이미 끝난 이전 코드워드 mc[n-2]와 현재 변조하고자 하는 코드워드 cod2(dt[n-1])사이에 런 길이 (d, k) 조건을 위반하지 않는지 검사한다(S208 단계). 이를 도면에서는 r11.check((mc[n-2], cod2(dt[n-1]))=(d, k))로 도시되어 있다. 본 발명에서 사용한 (d, k) 조건은 d=1이고, k=80이다. 또한, 도시된 cod1(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 MCG1에서 찾고, cod2(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 MCG2에서 찾고, cod3(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 DCG1에서 찾고, cod4(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 DCG2에서 찾고, cod5(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제1 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 찾고, cod6(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제2 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 찾고, cod7(dt[n-1])는 입력 데이터의 변조되는 코드워드를 제3 DSV 코드 그룹에서 코드워드를 찾는 것을 의미한다.

S208 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 현재 변조할 데이터 dt[n-1]은 MCG1에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 12에서 정의된 대로 구한다(S209 단계).

한편, 도 11은 이전 코드워드 mc[n-2]와 현재 변조할 코드워드 cod2(dt[n-1]) 사이에 런 길이 (d, k) 조건을 위반하지 않는 경우 현재 변조한 코드워드 mc[n-1]가 지정하는 다음 코드 그룹을 나타내는 NCG[n-1]을 정의한 테이블로서, 도 10a에서는 ncgdet(mc[N-1])로 나타내고 있다.

NCG[n-1]의 값은 어느 하나의 변환 코드 그룹(MCG1, MCG2, DCG1 또는 DCG2)에서 변조된 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)에 따라 달라지는 데 EZ가 0이면 NCG[n-1]은 2(주 변환 코드 그룹 MCG2를 나타냄)이고, EZ가 1이상이고 30이하이면 NCG[n-1]은 현재 코드워드(SR1)의 특정 비트를 검사하여 3(중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1을 나타냄) 또는 4(중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2를 나타냄)가 되고, EZ가 3을 초과하면 NCG[n-1]은 1(주 변환 코드 그룹 MCG1을 나타냄)이다.

도 12는 현재 변조한 코드워드 mc[n-1]가 지정하는 다음 코드 그룹을 나타내는 NCG[n-1]을 정의한 예외적인 테이블로서, 이전 코드워드가 MCG1에 있을 경우 그 코드워드가 1000xxxxx10이거나 1001xxxxx10인 경우 EZ는 1임에도 불구하고 NCG[n-1]은 3 또는 4가 아닌 1임을 도 10a에서는 ncgdet*(mc[N-1])로 나타내고 있다.

NCG[N-1]은 어느 하나의 변환 코드 그룹(MCG1, MCG2, DCG1 또는 DCG2)에서 변조된 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)에 따라 달라지는 데 즉, EZ가 00이면 NCG[n-1]은 2(주 변환 코드 그룹 MCG2를 나타냄)이고, EZ가 1이상이고 30이하이면 NCG[n-1]은 현재 코드워드(SR1)의 특정 비트를 검사하여 3(중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1을 나타냄) 또는 4(중복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2를 나타냄)가 되고, 단 MCG1

내의 코드워드 중 1000xxxxx10 또는 1001xxxxx10인 코드워드의 NCG[n-1]은 1이고, EZ가 3을 초과하면 NCG[n-1]은 1(주 변환 코드 그룹 MCG1을 나타냄)이다.

도 13은 미전 코드워드가 어느 하나의 DSV 코드 그룹에서 변조되고, 현재 변조한 코드워드 mc[n-1]가 지정하는 다음 코드 그룹을 나타내는 NCG[n-1]을 정의한 데이블로서, 도 10a에서는 ncsdet[n-1](mc[n-1])로 나타내고 있다.

NCG[n-1]은 DSV 코드 그룹에서 변조된 미전 코드워드(SR0)의 엔드 제로수(EZ)에 따라 달라지는 데 즉, EZ가 0이상이고 7이면 현재 코드워드(SR1)의 특징 비트값에 따라 NCG[n-1]은 3(증폭 코드 복조용 변환 코드 그룹 MCG1을 나타냄) 또는 4(증폭 코드 복조용 변환 코드 그룹 MCG2를 나타냄)가 되고, EZ가 8이면 NCG[n-1]은 1(주 변환 코드 그룹 MCG1을 나타냄)이다.

즉, 미전 코드워드(SR0)가 변환 코드 그룹(MCG1, MCG2, DCG1, DCG2)에서 발견되었다면 NCG를 도 11 또는 도 12에서 정의된 대로 구하고, 미전 코드워드(SR0)가 DC 역압 제어용 코드 그룹(제1 DSV 코드 그룹, 제2 DSV 코드 그룹, 제3 DSV 코드 그룹)에서 발견되었다면 NCG를 도 13에서 정의된 대로 구한다. 단 미전 코드워드(SR0)가 DC 역압 제어용 코드 그룹(제1 DSV 코드 그룹, 제2 DSV 코드 그룹, 제3 DSV 코드 그룹)에서 발견되었다면 SR0의 엔드 제로수를 검사하여 8인 경우는 NCG는 1(MCG1을 나타냄)이고, 그렇지 않으면 현재 코드워드(SR1)의 특징 비트를 검사하여 NCG는 3(MCG1을 나타냄) 또는 4(MCG2를 나타냄)가 된다.

도 10a의 S208 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하지 않으면 현재 변조할 데이터 dt[n-1]에 해당하는 코드워드를 MCG1과는 쌍을 이루는 DC 역압을 할 수 있는 코드 그룹 MCG2에서 찾기 현재 변조할 코드워드의 다음 코드 그룹을 나타내는 NCG[n-1]을 도 11에서 정의된 대로 임시적으로 구한 후(S210 단계), 현재 변조할 코드워드 cod2(dt[n-1])와 NCG[n-1]이 지정하는 코드 그룹에서 변조할 다음 코드워드 cod_{det[n-1]}(dt[n])에 해당하는 코드워드와의 런 길이 위반 여부를 검사한다(S211 단계).

S211 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]은 MCG1에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 12에서 정의된 대로 구하는 S209 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]은 MCG1 또는 MCG2내의 코드워드로 변조가능하며, 어느 코드 그룹내의 코드워드로 변조할 것인가는 DC 역압에 유리한 것으로 선택한다(S212 단계). DC 역압에 유리한 조건으로 선택한다는 표현을 DCC(cod1(dt[n-1], cod2(dt[n-1])))로 도시되어 있다. 또한, S212 단계에서 결정된 코드 그룹과 코드워드에 따라 즉, dt[n-1]이 MCG1내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 12에 의해 결정되며, MCG2내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 11에 의해 결정된다.

S207 단계에서 검사 결과가 NCG[n-2]가 20이면 현재 변조하고자 하는 데이터 dt[n-1]가 102보다 작은지를 판단한다(S213 단계). S213 단계에서 판단 결과가 dt[n-1]이 101보다 크면 해당하는 코드워드를 MCG2에서 찾으며, 이를 cod2(dt[n-1])로 표현하였고, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구한다(S214 단계). S213 단계에서 판단 결과가 dt[n-1]이 101이하이면 변조가 이미 끝난 미전 코드워드 mc[n-2]와 제1 DSV 코드 그룹내에서 dt[n-1]에 해당하는 코드워드인 cod5(dt[n-1])사이에 (d,k) 런 길이 조건을 위반하지 않는지 검사하고(S215 단계), 이를 r11_check((mc[n-2], cod5(dt[n-1]))=(d,k)?로 나타내고 있다.

S215 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 MCG2에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S214 단계를 수행한다. S215 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]에 해당하는 코드워드를 MCG2와는 쌍을 이루는 DC 역압을 할 수 있는 제1 DSV 코드 그룹에서 찾기 NCG[n-1]을 도 13에서 정의된 대로 임시적으로 구한 후(S216 단계), cod5(dt[n-1])와 NCG[n-1]이 지정하는 코드 그룹에서 변조할 다음 코드워드 cod_{det[n-1]}(dt[n])와의 런 길이 위반 여부를 검사한다(S217 단계).

S217 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 MCG2에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S214 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]은 MCG2와 제1 DSV 코드 그룹내의 코드워드로 변조 가능하며, 어느 코드 그룹내의 코드워드로 변조할 것인가는 DC 역압에 유리한 것으로 선택한다(S218 단계). DC 역압에 유리한 조건으로 선택한다는 표현을 DCC(cod2(dt[n-1]), cod5(dt[n-1]))로 하였다. 여기서 결정된 코드 그룹과 코드워드에 따라 즉, dt[n-1]이 MCG2내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 11에 의해 결정되며 제1 DSV 코드 그룹내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 13에 의해 결정된다.

S207 단계에서 검사 결과가 NCG[n-2]가 30이면 현재 변조하고자 하는 데이터 dt[n-1]이 27보다 작은지를 검사한다(도 10b의 S219 단계). S219 단계에서 검사 결과가 dt[n-1]이 26보다 크면 해당하는 코드워드를 DCG1에서 찾으며, cod3(dt[n-1])로 표현하였고, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구한다(S220 단계). S219 단계에서 검사 결과가 dt[n-1]이 26이하이면 변조가 이미 끝난 미전 코드워드 mc[n-2]와 제2 DSV 코드 그룹내에서 dt[n-1]에 해당하는 코드워드인 cod6(dt[n-1])사이에 (d,k) 런 길이 조건을 위반하지 않는지 검사하고(S221 단계), 이를 r11_check((mc[n-2], cod6(dt[n-1]))=(d,k)?로 나타내고 있다.

S221 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 DCG1에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S220 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]에 해당하는 코드워드를 DCG1과는 쌍을 이루는 DC 역압을 할 수 있는 제2 DSV 코드 그룹에서 찾기 NCG[n-1]을 도 13에서 정의된 대로 임시적으로 구한 후(S222 단계), cod6(dt[n-1])와 NCG[n-1]이 지정하는 코드 그룹에서 변조할 다음 코드워드 cod_{det[n-1]}(dt[n])와 런 길이 위반 여부를 검사한다(S223 단계).

S223 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 DCG1에 있는 코드워드로만 변조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S220 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]은 DCG1과 제2 DSV 코드 그룹내의 코드워드로 변조 가능하며, 어느 코드 그룹내의 코드워드로 변조할 것인가는 DC 역압에 유리한 것으로 선택한다(S224 단계). DC 역압에 유리한 조건으로 선택한다는 표현을 DCC(cod3(dt[n-1]), cod6(dt[n-1]))로 하였다. 여기서 결정된 코드 그룹과 코드워드에 따라 즉, dt[n-1]이 DCG1내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 11에 의해 결정되며 제2 DSV 코드 그룹내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 13에 의해 결정된다.

S207 단계에서 검사 결과가 NCG[n-2]가 401면 현재 복조하고자 하는 데이터 dt[n-1]가 4보다 작은지를 검사한다(S225 단계). S225 단계에서 검사 결과가 dt[n-1]이 3보다 크면 해당하는 코드워드를 DCG2에서 찾고, cod4(dt[n-1])로 표현하였고, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구한다(S226 단계).

S225 단계에서 검사 결과가 dt[n-1]이 3이하이면 복조가 이미 끝난 이전 코드워드 nc[n-2]와 제3 DSV 코드 그룹내에서 dt[n-1]에 해당하는 코드워드인 cod7(dt[n-1]) 사이에 (d,k) 런 길이 조건을 위반하지 않는지 검사하고(S227 단계), 이를 r11_check((nc[n-2], cod7(dt[n-1]))=(d,k))로 나타내고 있다.

S227 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 0062에 있는 코드워드로만 복조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S226 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]에 해당하는 코드워드를 0062라는 쌍을 미루어 DC 읽임을 할 수 있는 코드 그룹 제3 DSV 코드 그룹에서 찾아 NCG[n-1]을 도 13에서 정의된 대로 임시적으로 구한 후(S228 단계), cod7(dt[n-1])와 NCG[n-1]이 일치하는 코드 그룹에서 복조할 다음 코드워드 cod4(dt[n-1])와 런 길이 위반 여부를 검사한다(S229 단계).

S229 단계에서 검사 결과가 런 길이를 위반하면 dt[n-1]은 0062에 있는 코드워드로만 복조가 가능하며, NCG[n-1]은 도 11에서 정의된 대로 구하는 S226 단계를 수행하고, 런 길이를 위반하지 않으면 dt[n-1]은 DCG2과 제3 DSV 코드 그룹내의 코드워드로 복조 가능하며, 어느 코드 그룹내의 코드워드로 복조할 것인가는 DC 읽임에 유리한 것으로 선택한다(S230 단계). DC 읽임에 유리한 조건으로 선택한다는 표현을 DCC(cod4(dt[n-1]), cod7(dt[n-1]))로 하였다. 여기서, 결정된 코드 그룹과 코드워드에 따라 즉, dt[n-1]이 DCG2내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 11에 의해 결정되며, 제3 DSV 코드 그룹내에서 결정되면 NCG[n-1]은 도 13에 의해 결정된다.

현재 입력된 데이터의 복조가 끝나면 마지막 데이터인지 판단해서(S231 단계), 마지막 데이터이면 종료하고, 그렇지 않으면 S202 단계로 되돌아간다.

본 발명에 의한 복조 방법의 을 실시예에 따를 흐름도인 도 14a 및 도 14b에 있어서, NCG값을 초기값(여기서는 1)으로 변수 n도 0으로 세팅하고(도 14a의 S301 단계), 변수 n은 1씩 증가시켜서(S302 단계), 시프트 레지스터(도시되지 않음)를 이용해서 새로운 코드워드를 입력하여 저장한다(S303 단계). 여기서, 현재 복조하고자 하는 코드워드가 저장된 시프트 레지스터값을 SR1이라고 하고, 복조가 이미 끝난 이전 코드워드가 저장된 시프트 레지스터값을 SR0라고 하고, 다음 복조할 코드워드가 저장된 시프트 레지스터값을 SR2라고 한다.

n이 2 이상인지를 판단해서(S304 단계), n이 1 미하이면 새로운 코드워드만 입력받고 n은 1 증가하는 S302 단계로 되돌아간다. S304 단계에서 판단 결과가 n이 2 이상이면 이전 코드워드(SR0)가 동기 신호(SYNC)인지 판단하고(S305 단계), 동기 신호이면 동기 보호 및 내삽하는 동기 복원 루틴을 수행하고(S306 단계), n을 1 증가시키는 S302 단계로 되돌아간다.

S305 단계에서 판단 결과가 동기 신호가 아니라면 n이 3 미상인지를 판단해서(S307 단계), n이 3 이상이면 복조하고자 하는 코드워드(SR1)가 속해있는 코드 그룹을 찾아내는 NCG 판별 과정(S308 단계 내지 S316 단계)을 수행하고, 그렇지 않으면 복조 과정(도 14b의 S317 단계 내지 S322 단계)으로 진행한다.

즉, 이전 코드워드(SR0)가 어느 하나의 변환 코드 그룹(MC61, MC62, DCG1 또는 DCG2)에 속해있는 코드워드인지 판단해서(S308 단계), SR0가 주변환 코드 그룹 MC61, MC62 또는 중복 코드워드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1, DCG2에 속해있는 코드워드라면 이전 코드워드(SR0)의 엔드 제로수를 검사한다(S309 단계).

S309 단계에서 검사 결과가 이전 코드워드(SR0)의 EZ값이 최소 런 길이(d)보다 작으면 즉, 0일 때는 현재 복조하고자 하는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 NCG를 MC62 또는 제1 DSV 코드 그룹을 나타내는 2로 갱신한다(S310 단계). EZ가 최소 런 길이(d)와 같거나 크고, 코드워드의 증복 파라미터(y)보다

작거나 같으면 즉, 1 ~ EZ-3인 경우는 이전 코드워드(SR0)가 NCG는 1에 속하면서 EZ는 1일 경우에 이전 코드워드(SR0)의 상위 4비트가 8(1000b) 또는 9(1001b)인지를 검사한다(S311 단계). S311 단계에서 검사 결과가 NCG는 1에 속하면서 EZ는 1인 경우 이전 코드워드(SR0)의 상위 4비트가 8(1000b) 또는 9(1001b)가 아니면 복조하고자 하는 코드워드(SR1)의 모든 비트를 검사하고(S312 단계), 복조하고자 하는 코드워드(SR1)의 리드로수(LZ)가 0 또는 401이상이면 현재 복조하고자 하는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 NCG를 3(DC61 또는 제2 DSV 코드 그룹)으로 갱신하고(S313 단계), 복조하고자 하는 코드워드의 LZ가 1, 2 또는 301이면 현재 복조하고자 하는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 NCG를 4(DCG2 또는 제3 DSV 코드 그룹)으로 갱신한다(S314 단계). S311 단계에서 검사 결과가 이전 코드워드(SR0)의 코드워드가 MC61에 속하면서 EZ는 1이고, 상위 4비트가 8(1000b) 또는 9(1001b)이거나 S309 단계에서 검사 결과가 이전 코드워드(SR0)의 EZ값이 증복 파라미터(y)보다 크면 현재 복조하고자 하는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 NCG를 1(MC61 또는 MC62)로 갱신한다(S315 단계).

S308 단계에서 판단 결과가 변환 코드 그룹 MC61, MC62, DCG1 또는 DCG2에 속해 있지 않으면 이전 코드워드(SR0)의 엔드 제로수가 8인지를 검사해서(S316 단계). 8이면 현재 복조하고자 하는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 NCG를 1로 갱신하는 S315 단계를 진행하고, 그렇지 않으면 복조할 코드워드(SR1)의 비트를 검사하는 S312 단계로 진행한다.

이렇게 갱신된 NCG가 지시하는 코드 그룹에 복조하고자 하는 코드워드가 두 개 존재하는지를 검사한다(도 14b의 S317 단계). S317 단계에서 검사 결과가 동일한 코드워드가 두 개 존재하면 다음 코드워드(SR2)의 비트를 검사해서(S318 단계), 다음 코드워드의 LZ가 0 또는 4이상이면 현재 복조하고자 하는 코드는 동일한 코드워드 중 첫 번째 코드워드임을 확인하고 이에 대응하는 원래 데이터로 복조하고(S319 단계), 다음 코드워드의 LZ가 1, 2 또는 3이면 현재 복조하고자 하는 코드는 동일한 코드워드 중 두 번째 코드워드임을 확인하고 이에 대응하는 원래 데이터로 복조한다(S320 단계).

S317 단계에서 검사 결과가 갱신된 NCG가 지시하는 코드 그룹에 복조하고자 하는 코드워드(SR1)가 하나만 존재하면 갱신된 NCG가 지시하는 코드 그룹에서 현재 복조하고자 하는 코드워드(SR1)에 대응하는 원래 데이터로 복조한다(S321 단계).

현재 복조하고자 하는 코드워드(SRI)의 복조가 완료되면 마지막 코드워드의지를 판단해 시(S322 단계), 마지막 데미터미언 증료하고, 그렇지 않으면 n 을 증가시키는 도 14의 S302 단계로 되돌아간다.

제2장 악 흐름

상술한 바와 같이, 본 발명은 데이터 변조용 변환 코드 그룹의 코드워드의 특성(예: CSV 및 INY 파리미터)을 최대로 이용하여 DC 역할 제어용 DSV 코드 그룹을 생성함으로서 DC 역할 능력을 증가시키는 효과가 있다.

본 발행은 데이터 변조용 변환 코드 그룹과는 별도의 코드워드를 가지면서 변환 코드 그룹의 코드워드 특성을 갖는 코드워드내의 DC값을 나타내는 파리미터인 CSV의 부호와 다음 코드워드의 CSV 첨이 방향을 예측하는 파리미터인 INV의 특성을 최대로 이용하면 서로 변환 코드 그룹과는 종목 코드 워드 생성 조건이나 사용 가능한 코드워드의 조건을 완화하여 DC 의 역 제어를 할 수 있는 가능성을 한층 높임으로서 코드스트림의 DC 성분을 주기적으로 억압시킬 수 있는 효과가 있다.

(5) 광구의 특성

청구함 1

입력되는 데이터를 최소 런 길이(d), 최대 런 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d, k, m, n) 으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드로 변조하는 방법에 있어서

(a) 입력되는 m 비트의 데이터를 중복 코드워드를 가지며 각 코드 그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC(Direct Current)값을 나타내는 제1 파라미터(CSV: Codeword Sum Value)의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 전이 방향을 예측하는 제2 파라미터(INV)의 특징이 서로 반대가 되도록 배치된 데이터 변조율 소정수의 제1 코드 그룹과 DC 익압 제어용 소정수의 제2 코드 그룹 중 DC 익압에 유리한 한 코드 그룹의 코드워드를 선택해서 변조하는 단계를 포함하고,

상기 제1 및 제2 코드 그룹의 증복 코드워드 생성 조건이 서로 다르게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는
변조 방법.

첨구합 2

제1항에 있어서, 상기 제2 코드 그룹의 코드워드의 수를 증가시키기 위하여 상기 제1 코드 그룹보다는 상기 제2 코드 그룹의 중복 코드워드 생성 조건을 완화시켜 별조1 코드스트림의 DC 역할 가능성을 향상시키는 별조 방법.

첨구학 3

제1항에 있어서, 상기 제1 코드 그룹의 코드워드의 엔드 제로수가 1 내지 3인 코드워드는 중복되어 있고, 상기 제2 코드 그룹의 코드워드의 엔드 제로수가 0 내지 7인 코드워드는 중복되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 병법.

첨구합 4

제1항에 있어서, 상기 제1 코드 그룹은 주변환 코드 그룹들(MCG1, MCG2)과 중복 코드 복조용 변환 코드 그룹들(DCG1, DCG2)로 구성되어, 상기 제2 코드 그룹은 제1 DSV 코드 그룹, 제2 DSV 코드 그룹 및 제3 DSV 코드 그룹으로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구향 5

제4항에 있어서, 상기 MCG1에는 리드 제로수(LZ)가 주변환 코드 그룹 구분 파라미터(x)보다 작거나 같은 코드워드들로 구성되어 있고, 상기 MCG2에는 리드 제로수가 구분 파라미터(x)보다 크거나 같은 코드워드들로 구성되어 있고, MCG1과 MCG2의 코드워드들은 서로 같은 코드워드가 없도록 구성되어 있고;

상기 충복 코드 복조용 변환 코드 그룹들에는 리드 제로수가 상기 최대 렌 길이(k)와 코드워드 충복 파라미터(y)와의 차보다 같거나 작은 코드워드들로 구성되어 있고, 이 코드워드들은 특정 비트들의 값에 따라 DCG1 또는 DCG2에 배치되어 있고,

상기 제1 DSV 코드 그룹에는 상기 MCG2와는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반대인 코드워드들로 구성되어 있고;

상기 제2 DSV 코드 그룹에는 상기 DC61과는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반대인 코드워드들로 구성되어 있고, 및

상기 제3 DSV 코드 그룹에는 상기 DCG2와는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반대인 코드워드들로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 6

제5항에 있어서, n 은 1, k 는 8, m 은 8, n 은 12로 하고, 상기 MCG1과 상기 MCG2를 구분하기 위한 구분 파라미터 x 를 1로 하고, 코드의 중복 파라미터 y 를 3으로 하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

청구항 ?

제4항에 있어서, 삼기 DC 억압 제어는 DC 제어가 가능한 코드 그룹쌍 즉, 주변환 코드 그룹 MCG1과 MCG2, 주변환 코드 그룹 MCG2와 DC 억압 제어용 코드 그룹인 제1 DSV 코드 그룹, 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1과 DC 억압 제어용 코드 그룹인 제2 DSV 코드 그룹, 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG2와

DC 역압 제어용 코드 그룹인 제3 DSV 코드 그룹내에서 DC 역압에 유리한 코드워드를 선택해서 이루어지는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 8.

제4항에 있어서, 상기 각 코드 그룹내의 각 코드워드는 해당 코드워드 다음에 오는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 지시하는 제3 파라미터(NCG)가 설정되어 있고, 상기 제3 파라미터는 상기 제1 코드 그룹과 상기 제2 코드 그룹이 서로 다르게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 9.

제4항에 있어서, 상기 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹과의 DC 역압 제어를 할 수 있는 DC 역압 제어용 코드 그룹에는 상기 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드를 중 리드 제로수 조건을 위배하는 코드워드들로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 10.

제9항에 있어서, 상기 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드들의 리드 제로수 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 5 미하이이고, 상기 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹과의 DC 역압 제어를 할 수 있는 DC 역압 제어용 코드 그룹내의 코드워드들의 리드 제로수 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 최대 린 길이 조건인 k 미하임을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 11.

입력되는 데이터를 최소 린 길이(d), 최대 린 길이(k), 데이터 비트 길이(m), 코드워드 비트 길이(n)를 나타내는 (d,k,m,n)으로 표현되는 RLL(Run Length Limited) 코드로 변조하는 방법에 있어서;

(a) m 비트의 데이터를 입력하는 단계;

(b) 변조된 이전 코드워드가 지시하는 데이터 변조용 다음 코드 그룹에서 상기 입력 데이터에 해당하는 코드워드를 찾아서, 찾아진 코드워드와 이전 코드워드/다음 코드워드와의 린 길이 조건이 위배되는지를 검사하는 단계; 및

(c) 상기 검사 결과가 린 길이가 위배되면 찾아진 코드워드로 상기 입력 데이터를 변조 및 변조된 코드워드의 다음 코드 그룹을 결정하고, 그렇지 않으면 이전 코드워드가 지시하는 데이터 변조용 다음 코드 그룹과 이에 대응하는 DC 역압 제어용 코드 그룹 중에서 DC 역압에 유리한 코드 그룹에서 코드워드를 찾아 변조 및 변조된 코드워드의 다음 코드 그룹을 결정하는 단계를 포함하는 변조 방법.

첨구항 12.

제11항에 있어서, 상기 데이터 변조용 코드 그룹의 코드워드의 엔드 제로수가 1 내지 3인 코드워드는 중복되어 있고, 상기 DC 역압 제어용 코드 그룹의 코드워드의 엔드 제로수가 0 내지 7인 코드워드는 중복되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 13.

제12항에 있어서, 상기 각 코드 그룹내의 각 코드워드는 해당 코드워드 다음에 오는 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 지시하는 제3 파라미터(NCG)가 설정되어 있고, 상기 제3 파라미터는 상기 데이터 변조용 코드 그룹과 상기 DC 역압 제어용 코드 그룹이 서로 다르게 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 14.

제11항에 있어서, 상기 린 길이 조건은 최소 린 길이가 1이고, 최대 린 길이가 8인 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 15.

제11항에 있어서, 상기 데이터 변조용 코드 그룹은 주변환 코드 그룹들(MCG1, MCG2)과 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹들(DCG1, DCG2)로 구성되며, 상기 DC 역압 제어용 코드 그룹은 제1 DSV 코드 그룹, 제2 DSV 코드 그룹 및 제3 DSV 코드 그룹으로 구성되는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 16.

제15항에 있어서, 상기 MCG1에는 리드 제로수(LZ)가 주변환 코드 그룹 구분 파라미터(x)보다 작거나 같은 코드워드들로 구성되어 있고, 상기 MCG2에는 리드 제로수가 구분 파라미터(x)보다 크거나 같은 코드워드들로 구성되어 있고, MCG1과 MCG2의 코드워드들은 코드워드내의 DC(Direct Current)값을 나타내는 제1 파라미터(CSV: Codeword Sum Value)의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천미 방향을 예측하는 제2 파라미터(INV)의 특징이 서로 반대가 되도록 배치되어 서로 같은 코드워드가 없도록 구성되어 있고;

상기 종복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DCG1과 DCG2에는 서로 상기 제1 파라미터의 부호와 제2 파라미터의 특징이 반대이면서 리드 제로수가 상기 최대 린 길이(K)와 코드워드 종복 파라미터(y)와의 차보다 같거나 작은 코드워드들로 구성되어 있고, 이 코드워드들은 특정 비트들의 값에 따라 DCG1 또는 DCG2에 배치되어 있고;

상기 제1 DSV 코드 그룹에는 상기 MCG2와는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반대인 코드워드들로 구성되어 있고;

상기 제2 DSV 코드 그룹에는 상기 DCG1과는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반

마인 코드워드들로 구성되어 있고 및

상기 제3 DSV 코드 그룹에는 상기 DC62와는 상기 제1 파라미터의 부호 및 상기 제2 파라미터의 특징이 반대인 코드워드들로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 17

제15항에 있어서, 상기 (c) 단계에서는 상기 린 길이가 위반되지 않으면 DC 제어가 가능한 코드 그룹 즉, 주변환 코드 그룹 MCG1과 MCG2, 주변환 코드 그룹 MC62와 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제1 DSV 코드 그룹, 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC61과 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제2 DSV 코드 그룹, 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC62와 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제3 DSV 코드 그룹내에서 DC 역압에 유리한 코드워드를 선택해서 입력 데이터를 변조하는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 18

제15항에 있어서, 상기 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹과의 DC 역압 제어를 할 수 있는 DC 역압 제어용 코드 그룹에는 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드를 증 리드 제로수 조건을 위배하는 코드워드들로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 19

제18항에 있어서, 상기 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹내의 모든 코드워드들의 리드 제로수 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 5 미하이고, 상기 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹과의 DC 역압 제어를 할 수 있는 DC 역압 제어용 코드 그룹내의 코드워드들의 리드 제로수 조건은 코드워드들의 리드 제로수가 최대 린 길이 조건인 k 미하임을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 20

제15항에 있어서, 상기 (c) 단계에서는 상기 (b) 단계에서 검사 결과가 현재 변조할 코드워드와 각각 이전 코드워드와 다음 코드워드 사이에 린 길이 조건을 위반하지 않으면서 이전 코드워드가 어느 하나의 변환 코드 그룹(MCG1, MCG2, DC61, DC62)에서 변조된 경우, 현재 변조한 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹을 상기 어느 하나의 변환 코드 그룹에서 변조된 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)에 따라 결정되는 데 EZ가 최소 린 길이(d)보다 작으면 주 변환 코드 그룹 MC62이 결정되고, EZ가 최소 린 길이(d)미상이고 코드워드 증복 파라미터(y) 미하이면 현재 코드워드의 특정 비트값에 따라 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC61 또는 DC62가 결정되고, EZ가 코드워드 증복 파라미터(y)를 초과하면 주 변환 코드 그룹 MC61이 결정되는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 21

제20항에 있어서, 상기 이전 코드워드가 MC61에서 변조되었더라도 그 이전 코드워드가 1000xxxxx1001거나 1001xxxxx10인 경우 현재 변조한 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹으로서 주 변환 코드 그룹 MC61이 결정되는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 22

제15항에 있어서, 상기 (c) 단계에서는 상기 (b) 단계에서 검사 결과가 현재 변조할 코드워드와 각각 이전 코드워드와 다음 코드워드 사이에 린 길이 조건을 위반하지 않으면서 이전 코드워드가 어느 하나의 DSV 코드 그룹에서 변조되었으면 현재 변조한 코드워드가 지정하는 다음 코드 그룹은 상기 어느 하나의 DSV 코드 그룹에서 변조된 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)에 따라 결정되는 데 즉, EZ가 0미상이고 최대 린 길이(k)보다 작으면 현재 변조된 코드워드의 특정 비트값에 따라 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹 DC61 또는 DC62이 결정되고, EZ가 최대 린 길이(k)이면 주 변환 코드 그룹 MC61이 결정되는 것을 특징으로 하는 변조 방법.

첨구항 23

입력 데이터가, 증복 코드워드를 가지며 각 코드 그룹의 코드워드들은 코드워드내의 DC(Direct Current) 값을 나타내는 제1 파라미터(CSV: Codeword Sum Value)의 부호와 다음 코드워드의 DSV(Digital Sum Value) 천이 방향을 예측하는 제2 파라미터(INV)의 특징이 서로 반대가 되도록 배치된 데이터, 변조용 소정수의 제1 코드 그룹과 DC 역압 제어용 소정수의 제2 코드 그룹, 증 DC 역압에 유리한 어느 한 코드 그룹의 코드워드로 변조되어 있고, 상기 제1 및 제2 코드 그룹의 증복 코드 생성 조건이 서로 다르게 설정되어 있는 RLL(Run Length Limited) 코드를 사용하는 광 기록/재생 장치에서 수신되는 코드워드 스트림을 원래의 데이터로 복조하는 복조 방법에 있어서,

(a) 코드워드 스트림을 입력해서, 이전 코드워드의 특징에 따라 복조하고자 하는 현재 코드워드가 속해 있는 코드 그룹을 나타내는 제3 파라미터(NCG)를 정선하는 단계;

(b) 정선된 제3 파라미터(NCG)가 지시하는 코드 그룹에서 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하는지를 검사하는 단계; 및

(c) 검사 결과가 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하지 않으면 정선된 제3 파라미터(NCG)에서 지시하는 코드 그룹에서 상기 복조하고자 하는 코드워드에 대응하는 원래의 데이터로 복조하고, 두 개의 동일한 현재 코드워드가 존재하면 다음 코드워드의 리드 제로수에 따라 동일 코드워드 중 첫 번째 코드워드 또는 두 번째 코드워드 중 하나를 선택해서 원래의 데이터로 복조하는 단계를 포함하는 복조 방법.

첨구항 24

제23항에 있어서, 상기 코드워드 스트림은, DC 제어가 가능한 코드 그룹 즉, 주변환 코드 그룹 MCG1과 MCG2, 주변환 코드 그룹 MC62와 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제1 DSV 코드 그룹, 증복 코드 복조용 변환

코드 그룹 MCG1과 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제2 DSV 코드 그룹, 증복 코드 복조용 변환 코드 그룹 MCG2와 DC 역압 제어용 코드 그룹인 제3 DSV 코드 그룹내에서 DC 역압에 유리한 코드워드가 선택되어 이 둘에 대한 것을 특징으로 하는 복조 방법.

첨구항 25

제24항에 있어서; 상기 (a) 단계는,

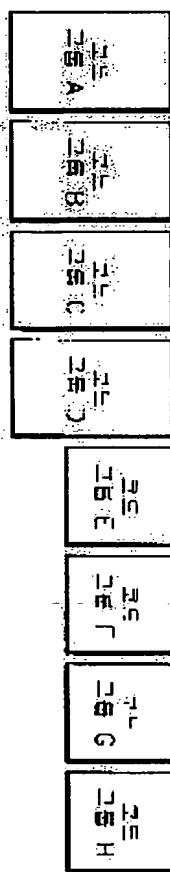
- (a1) 이전 코드워드가 데이터 변조용 코드 그룹에 속하는지를 판단하는 단계;
- (a2) 상기 (a1) 단계에서 판단 결과가 이전 코드워드가 데이터 변조용 코드 그룹에 속하면 이전 코드워드의 엔드 제로수(EZ)를 검사하는 단계;
- (a3) 상기 이전 코드워드의 EZ값이 최소 런 길이(d)보다 작으면 제3 파라미터(NCG)를 MCG2 또는 제1 DSV 코드 그룹을 나타내는 제1값으로 갱신하는 단계;
- (a4) 상기 이전 코드워드의 EZ값이 최소 런 길이(d)와 같거나 크고, 코드워드 증복 파라미터(y)보다 작거나 같으면 이전 코드워드의 제3 파라미터(NCG)가 지시하는 코드 그룹에서 두개의 동일한 이전 코드워드가 존재하는지를 판단하는 단계;
- (a5) 상기 (a4) 단계에서 두개의 동일한 이전 코드워드가 존재하면 현재 코드워드의 특정 비트들을 검사해서 특정 비트들의 값에 따른 제3 파라미터(NCG)를 DC61 또는 제2 DSV 코드 그룹을 나타내는 제2값, 또는 DC62 또는 제3 DSV 코드 그룹을 나타내는 제3값으로 갱신하는 단계;
- (a6) 상기 이전 코드워드의 EZ값이 코드워드의 증복 파라미터(y)보다 크거나, 상기 (a4) 단계에서 두개의 동일한 이전 코드워드가 존재하지 않으면 제3 파라미터(NCG)를 MCG1 또는 MCG2를 나타내는 제4값으로 갱신하는 단계; 및
- (a7) 상기 (a1) 단계에서 판단 결과가 이전 코드워드가 데이터 변조용 코드 그룹에 속하지 않으면 이전 코드워드의 엔드 제로수가 k인지를 판단해서 엔드 제로수가 k이면 상기 (a6) 단계로 진행하고, 그렇지 않으면 상기 (a4) 단계로 진행하는 단계를 포함하는 복조 방법;

첨구항 26

제25항에 있어서, d는 1, k는 8, m은 8, n은 12로 하고; 상기 MCG1과 MCG2를 구분하는 파라미터(x)는 10이고, 코드워드 증복 파라미터(y)는 30이고, 상기 특정 비트들이 현재 코드워드의 상위 4비트이면, 상기 (a5) 단계에서는 현재 코드워드의 최상위 비트가 '1'이거나 상위 4비트가 모두 '0'이면 제3 파라미터(NCG)를 제2값으로 갱신하고, 그렇지 않으면 제3 파라미터(NCG)를 제3값으로 갱신하는 것을 특징으로 하는 복조 방법.

도면

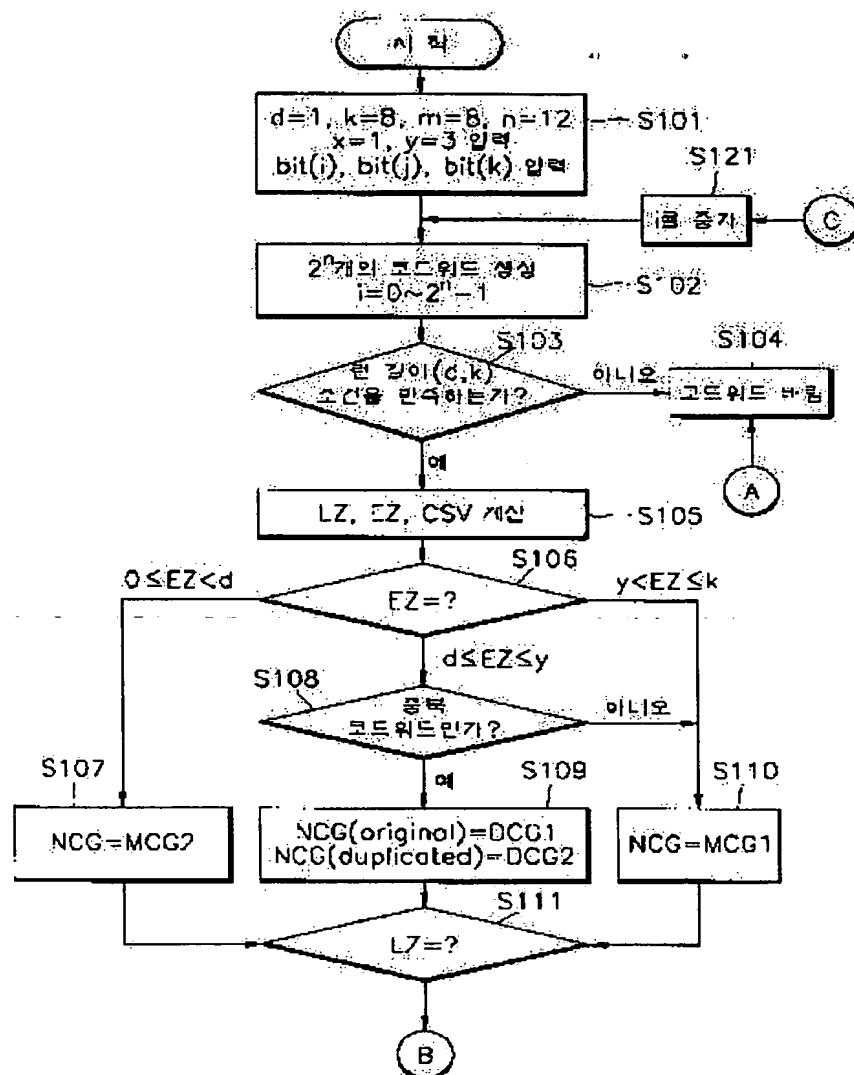
581



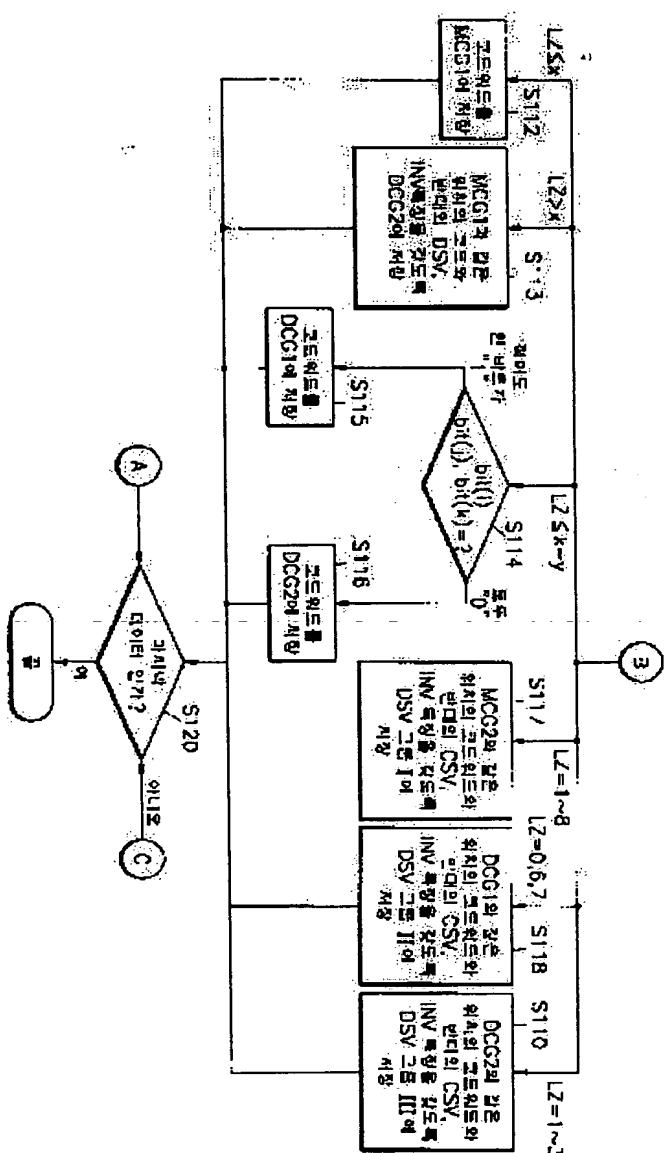
402

MCGC	1	2	3	4			
MCGB 부록 설명	MCGD1 DC 부록설명 부록 설명	MCGD2 DC 부록설명 부록 설명	DCCG1 DC 부록설명 부록 설명	DCCG2 DC 부록설명 부록 설명			
MCGI	DSV Code Group I	MCG2	DSV Code Group II	DCCG1	DSV Code Group III	DCCG2	DSV Code Group IV
부록 설명	LZ=2~9 LJ=2~9	LZ=0~ ⁴ LJ=0~1	b'5(MSB)=b3=0	b'5(MSB)=1 or b3=1	b'5(MSB)=b3=0	b'5(MSB)=1 or b3=1	b'5(MSB)=b3=0

도면3a



五四三六



五〇四

표 1-4 주변화로드 그룹: MCG1, MCG2와 중복로드 그룹: IX-C1, IX-C2

Data Symbol	DCG1				DCG2			
	DCG1		DCG2		DCG1		DCG2	
	Code	Word	MSB	LSB	Code	Word	MSB	LSB
121	010001010101	3	001001000010	1	000100000001	2	001001000001	3
122	010001010100	4	001001000000	1	000100000010	2	001001000010	4
123	010001010101	2	001001001001	1	000100000010	4	001001000001	2
124	010001010100	3	001001001000	1	000100000010	1	001001000010	1
125	010001010000	4	001001000101	2	000100000010	4	001001000101	2
126	010001010001	5	001001000100	3	000100000010	5	001001000100	3
127	010001010100	3	001001000100	4	000100000000	3	001001000100	1
128	010001010100	4	001001000100	3	000100000000	4	001001000100	3
129	010001010101	3	000100100101	2	000100000001	2	001001010101	2
130	010001010100	4	000100100100	1	000100000010	3	001001010100	3
131	010001010101	3	001001000101	4	000100000000	4	001001000101	4
132	010001010100	4	001001000100	2	000100000010	3	001001000101	2
133	010001010100	5	001001000100	1	000100000010	4	001001000100	1
134	010001010101	4	000100100101	3	000100000000	4	001001000100	4
135	010001010100	3	000100100100	4	000100000000	3	001001000100	3
136	010001010100	4	000100100100	3	000100000001	1	001001000100	3
137	010001010101	2	000100100101	4	000100000000	1	001001000101	3
138	010000100010	3	000100100101	4	000100000001	2	001001000100	4
139	010000100010	4	000100100100	2	000100000000	2	001001000101	2
140	000000000000	3	000100100001	2	000100000001	2	001000000001	2
141	000000000000	4	000100100000	3	000100000000	4	001000000000	4
142	000000000001	2	000100100000	4	000100000001	2	001000000001	2
143	000000000000	3	000100100001	3	000100000000	3	001000000001	3
144	000000000000	4	000100100000	4	000100000000	4	001000000001	4
145	000000000001	2	000100000001	2	000100000001	2	001000000001	2
146	000000000000	3	000000000001	2	000100000001	1	001000000001	2
147	000000000001	2	000000000001	3	000100000000	3	001000000001	3
148	000000000000	3	000000000001	2	000100000000	4	001000000000	3
149	000000000000	1	000000000000	4	000100000000	1	001000000000	4
150	000000000001	2	000000000000	4	000100000000	1	001000000000	3
151	000000000000	3	000000000001	4	000100000000	3	001000000000	3
152	000000000000	4	000000000000	2	000100000000	4	001000000000	4
153	000000000000	5	000000000001	2	000100000000	3	001000000000	3
154	000000000000	6	000000000001	1	000100000000	4	001000000000	4
155	000000000000	4	000000000000	3	000100000000	2	001000000000	4
156	000000000000	3	000000000000	4	000100000000	3	001000000000	4
157	000000000000	4	000000000000	4	000100000000	4	001000000000	3
158	000000000000	3	000000000000	3	000100000000	3	001000000000	3
159	000000000000	4	000000000000	2	000100000000	4	001000000000	4
160	000000000000	2	000000000000	3	000100000000	2	001000000000	3
161	000000000000	3	000000000000	1	000100000000	3	001000000000	4
162	000000000000	4	000000000000	2	000100000000	4	001000000000	4
163	000000000000	1	000000000000	4	000100000000	1	001000000000	4
164	000000000000	2	000000000000	4	000100000000	2	001000000000	4
165	000000000000	3	000000000000	1	000100000000	3	001000000000	4
166	000000000000	4	000000000000	2	000100000000	4	001000000000	3
167	000000000000	2	000000000000	3	000100000000	2	001000000000	3
168	000000000000	3	000000000000	1	000100000000	2	001000000000	3
169	000000000000	4	000000000000	2	000100000000	3	001000000000	4
170	000000000000	1	000000000000	4	000100000000	1	001000000000	3
171	000000000000	2	000000000000	3	000100000000	2	001000000000	3
172	000000000000	3	000000000000	4	000100000000	3	001000000000	4
173	000000000000	4	000000000000	3	000100000000	4	001000000000	3
174	000000000000	2	000000000000	4	000100000000	2	001000000000	4
175	000000000000	1	000000000000	2	000100000000	1	001000000000	2
176	000000000000	2	000000000000	4	000100000000	2	001000000000	1
177	000000000000	1	000000000000	3	000100000000	2	001000000000	3
178	000000000000	3	000000000000	2	000100000000	3	001000000000	4
179	000000000000	4	000000000000	1	000100000000	4	001000000000	3
180	000000000000	1	000000000000	3	000100000000	1	001000000000	3

504

표 1-d) 주변화구도 등 MCG1, MCG2의 등록번호 복조문 번역본은 그동 DCG1, DCG2

EB46

표 1-a. 주변화로드 그룹 MCG1, MCG2a, 동등코드 두진수 표현 방식 3, DCG1, DCG2

Data Symbol	MCG1			MCG2			DCG1			DCG2		
	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB	Code Word	MSB	LSB
241	101100100000	4	000100010001	2	100100100100	4	000100000001	2	100100010001	2	100100000001	2
242	1001001001001	2	000100010001	2	1001000101001	2	100100000001	2	100100010001	2	100100000001	2
243	1001001001001	1	000100010000	3	100100010000	4	100100000000	2	100100010001	3	100100000000	3
244	1001000101001	1	000100010000	4	100100010000	3	100100000000	2	100100000000	3	100100000000	3
245	1001000100001	3	000100010000	4	100100000000	3	100100000000	2	100100000000	4	100100000000	4
246	1001000100001	4	000100010000	4	100100000000	4	100100000000	3	100100000000	4	100100000000	4
247	1001000100000	3	000100010000	3	100100000000	3	100100000000	3	100100000000	3	100100000000	3
248	1001001010000	4	000100010000	4	1001001010000	4	1001001010000	4	1001001010000	4	1001001010000	4
249	1000100101000	1	000100010000	3	1000100101000	3	1000100101000	3	1000100100000	1	1000100100000	1
250	1000100101000	4	000100010000	4	1000100101000	4	1000100101000	4	1000100100000	2	1000100100000	3
251	1000100010100	1	000100010000	3	1000100010100	3	1000100010100	4	1000100010100	3	1000100010100	4
252	1000100010100	2	000010000000	1	1000100010100	1	1000100010100	2	0101010101010	4	0101010101010	4
253	1000100010000	1	000010000000	3	1000100010000	3	1000100010000	4	0101010100000	1	0101010100000	1
254	1000100010000	2	000010000000	4	1000100010000	4	1000100010000	2	0101010101000	3	0101010101000	3
255	1000001010100	1	000010000000	2	1000001010100	1	1000001010100	4	0101010101000	4	0101010101000	4

EB47

표 2-a. 주변화로드 그룹 MCG2a, DCG역설계 어플 수학화 I, ISV 코드 그룹

Data Symbol	ISV Code Group I			Data Symbol	ISV Code Group I			
	Code Word	MSB	LSB		Code Word	MSB	LSB	NCG
000	010000000001	3	0001	010000000001	3	0001	010000000000	3
001	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
002	010000000000	3	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
003	010000000000	1	0001	010000000000	1	0001	010000000000	1
004	010000000000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	4
005	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
006	010000000000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	3
007	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	3
008	010001000000	3	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
009	010001000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
010	010010100000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	3
011	010010100000	1	0001	010000000000	3	0001	010000000000	3
012	010010100000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	3
013	010010100000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
014	010000000000	5	0001	010000000000	5	0001	010000000000	5
015	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
016	010000000000	3	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
017	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	3
018	010000000000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	4
019	010000000000	1	0001	010000000000	1	0001	010000000000	1
020	010000000000	5	0001	010000000000	5	0001	010000000000	5
021	010000000000	1	0001	010000000000	1	0001	010000000000	1
022	000000000000	3	0001	010000000000	3	0001	010000000000	4
023	010100000000	3	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
024	010000000000	3	0001	010000000000	5	0001	010000000000	4
025	010000000000	3	0001	010000000000	5	0001	010000000000	4
026	010100000000	4	0001	010000000000	7	0001	010000000000	4
027	010000000000	1	0001	010000000000	1	0001	010000000000	1
028	010000000000	1	0001	010000000000	1	0001	010000000000	1
029	010000000000	3	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
030	010000000000	4	0001	010000000000	4	0001	010000000000	4
031	010000000000	4	0001	010000000000	5	0001	010000000000	4
032	010000000000	2	0001	010000000000	5	0001	010000000000	4
033	010000000000	2	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
034	010000000000	2	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
035	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
036	010000000000	5	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
037	010000000000	1	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
038	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
039	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
040	010000000000	3	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
041	010000000000	3	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
042	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
043	010000000000	1	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
044	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
045	010000000000	3	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
046	010000000000	3	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
047	010000000000	4	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
048	010000000000	3	0001	010000000000	6	0001	010000000000	4
049	010000000000	4	1001	010000000000	6	010100000000	1	1
050	010000000000	1	1001	010000000000	6	000100000000	1	1

A2-6. 편도 표 = 투조 A 편도 코드 그룹 DCC1의 DCE 암호화를 수행하는 DSV 코드(16bit)

Data Symbol	DSV Code Group II			Data Symbol	DSV Code Group III		
	Code Word	MSB	NCL		Code Word	MSB	SBR
000	000000100100	3	014	0000000100000	3		
001	00000010001	3	015	000000011101	3		
002	00000010001	4	016	100100000000	1		
003	00000010010	3	017	00000010101	3		
004	00000010010	4	018	000000101001	3		
005	000000010100	3	019	0000000100000	4		
006	000000010100	4	020	000000010101	4		
007	000000100100	4	021	0000001010000	1		
008	00000010001	3	022	00000010101	4		
009	00000010001	4	023	000000101001	4		
010	000000100010	3	024	000000101010	3		
011	000000100010	4	025	000000101010	4		
012	000000101000	3	026	000000101000	4		
013	000000101000	4					

도표7

A2-7. 편도 코드 투조 A 편도 코드 그룹 DCC2의 DCE 암호화를 수행하는 DSV 코드(16bit)

Data Symbol	DSV Code Group III		
	Code Word	MSB	NCL
000	010101010101	3	
001	010101010101	4	
002	010100000000	1	
003	000100000000	1	

DCG	1	2	3	4
DCG1 DC Group 1	DCG1 DC Group 1	DCG2 DC Group 2	DCG3 DC Group 3	DCG4 DC Group 4
DCG1 DC Group 1	DCG1 DC Group 1	DCG2 DC Group 2	DCG3 DC Group 3	DCG4 DC Group 4
DCG1 DC Group 1	DCG1 DC Group 1	DCG2 DC Group 2	DCG3 DC Group 3	DCG4 DC Group 4
DCG1 DC Group 1	DCG1 DC Group 1	DCG2 DC Group 2	DCG3 DC Group 3	DCG4 DC Group 4

SDG

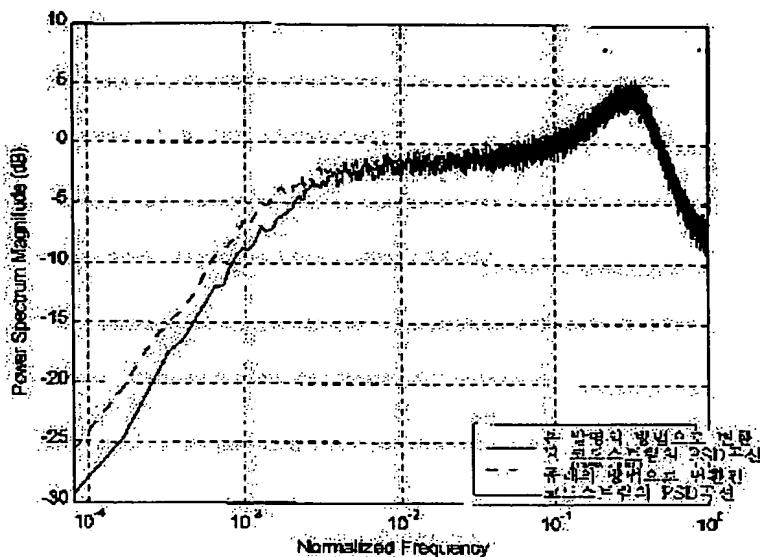
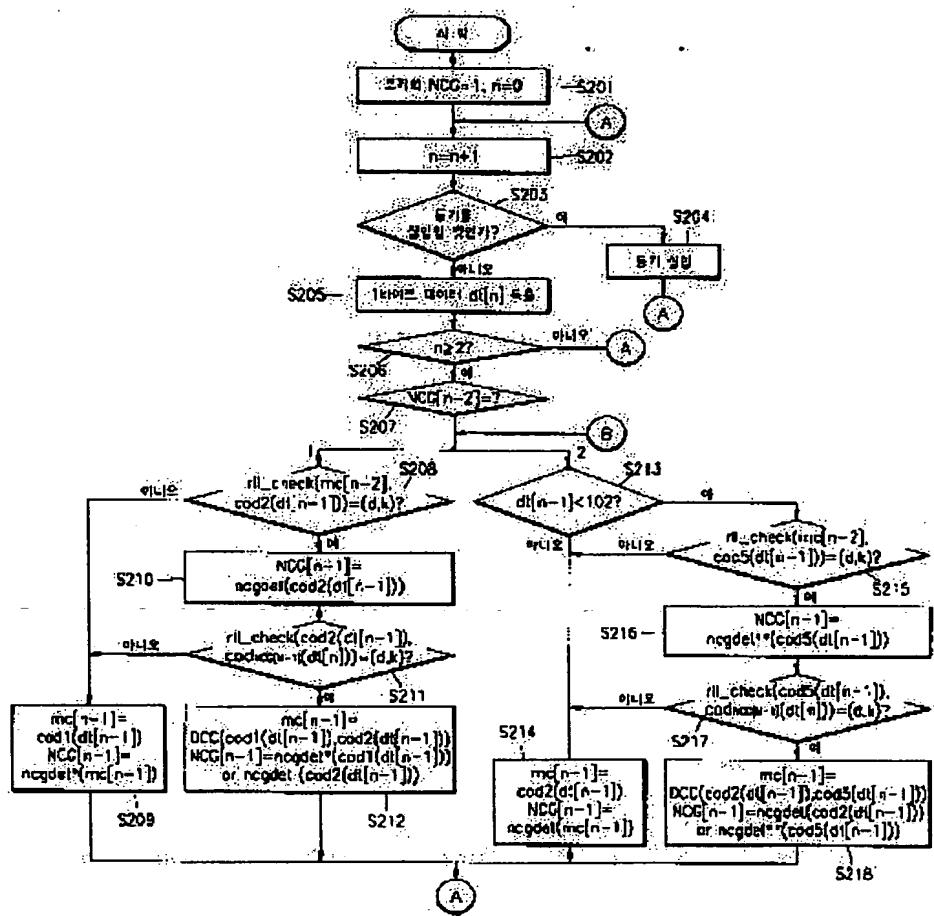
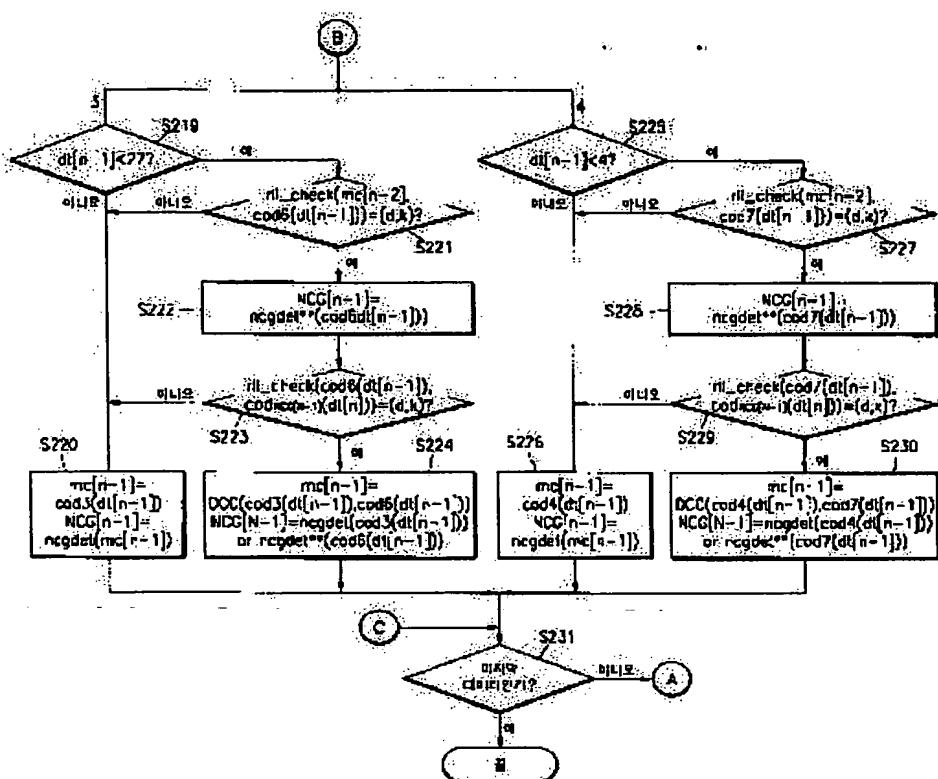


그림 2. 본·학년에 의한 DC역할 계선곡

도면 10a



EBI 106



~~SECRET~~

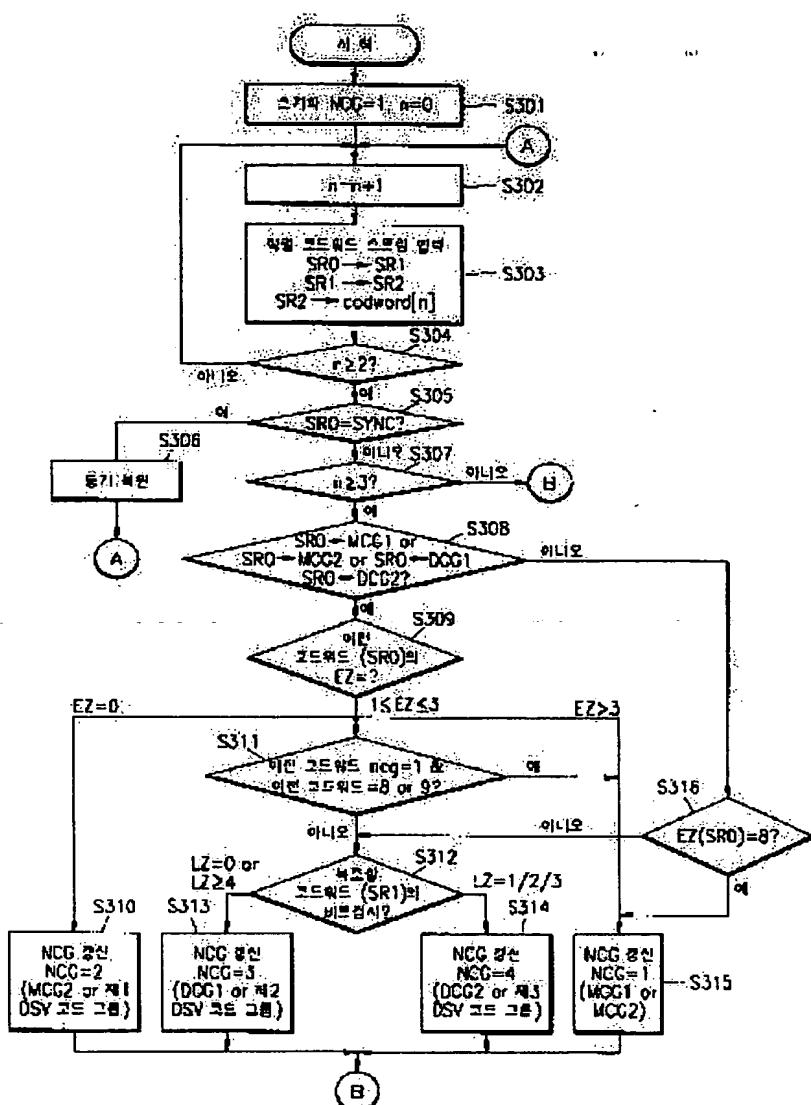
	EZ=0	1≤EZ≤3	EZ>3
NCGCn-1	2	1 3 or 4	1

	$EZ=0$	$1 \leq EZ \leq 3$	$EZ > 3$
$NCC[n-1]$	2 3 or 4 예: MCC[4]의 그도위는 1000xxxxx10 ⁴ 및 MCC[5]의 그도위는 100xxxxxx10 ⁵		1

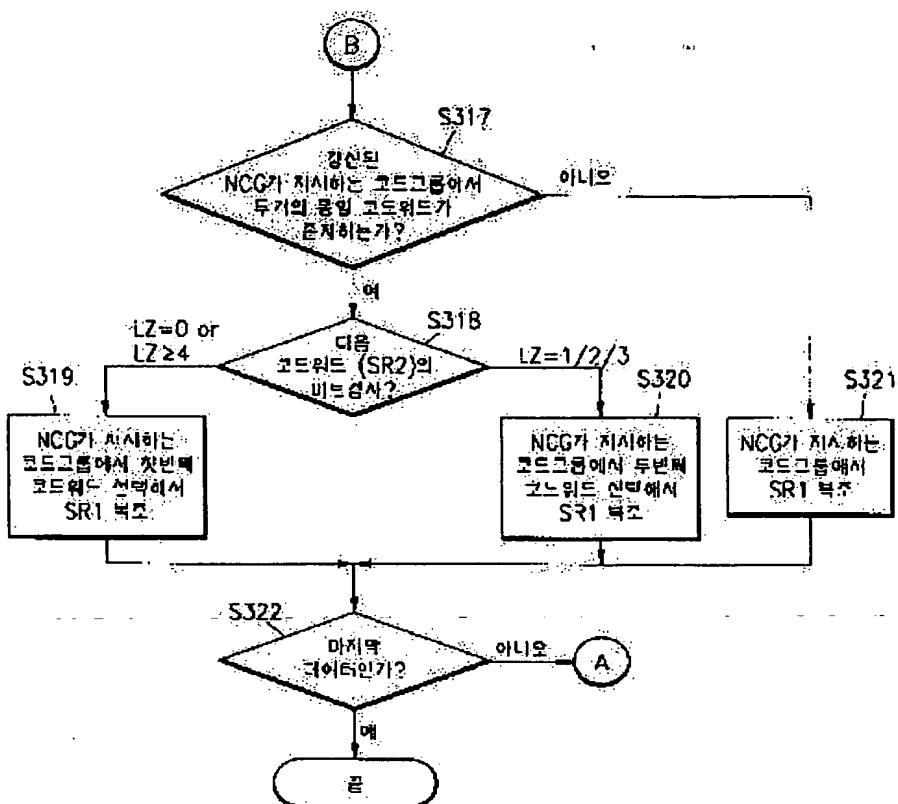
도면13

	05EZ57	CZ-8
NCG[6-1]	3 or 4	1

도면 14



도면146



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.